

М. О. Ивкин, С. В. Брусницын, Р. К. Мысик, А. В. Сулицин
ФГАОУ ВПО УрФУ им. Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург
kafedralp@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ХРОМА НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЛАТУНИ

В работе исследована микроструктура сплава ЛМцАКХН 62-3-2-0,8-0,2-0,4. Определено влияние хрома на объемную долю и распределение интерметаллидов в структуре сплава. Установлено влияние добавки хрома на твердость сплава ЛМцАКХН 62-3-2-0,8-0,2-0,4.

Ключевые слова: сложнолегированная латунь, кольцо синхронизатора, микроструктура, интерметаллид, твердость.

In this paper the microstructure of the CuZn30Al2Mn3SiNiCr alloy was investigated. The influence of chromium on the volume fraction and distribution of intermetallic in the alloy structure was established. The influence of the chromium addition on the complex alloyed brass hardness was determined.

Key words: complex alloyed brass, synchronizer ring, microstructure, intermetallic, hardness.

При развитии современного машиностроения возникает потребность в использовании новых материалов, которые способны заменить применяемые в настоящее время бронзы и латуни, поскольку существующие сплавы не способны обеспечить необходимые свойства деталей, работающих в режиме трения-износа. Широкое применение в этой области нашли латуни специального назначения. Помимо меди и цинка, в состав латуней входят такие элементы, как кремний, марганец, алюминий, железо, свинец, никель. Такие сплавы обеспечивают превосходные механические и трибологические свойства. В работах [1–4] были изучены латуни специального назначения марок ЛМцАЖКС 70-7-5-2-2-1 и ЛМцАЖН 59-3,5-2,5-0,5-0,4. Благодаря высокому коэффициенту трения и хорошей износостойкости эти сплавы нашли свое применение в изготовлении колец синхронизаторов, поскольку такие свойства обеспечивают работу деталей коробки переключения передач автомобиля при ударных нагрузках. Износостойкость сложнолегированных латуней определяется тремя основными факторами: объемная доля интерметаллидов, равномерность их распределения и размер [1, 2].

Ранее проведенные исследования [5–8] показали, что наибольшей износостойкостью обладают латуни, в которых интерметаллиды распределены равномерно, имеют форму игл размером от 40 до 120 мкм. Наличие

интерметаллидов, превышающих указанный диапазон размеров, приводит к неудовлетворительной обрабатываемости сплавов [6], поскольку при обработке происходит разрушение интерметаллидов.

Для обеспечения возрастающих требований к износостойкости и долговечности тяжело нагруженных деталей коробки переключения передач автомобилей взамен сплавов ЛМцАЖКС 70-7-5-2-2-1 и ЛМцАЖН 59-3,5-2,5-0,5-0,4 предложен сплав ЛМцАКХН 62-3-2-0,8-0,2-0,4. В патенте [9] указывается, что хром способствует измельчению интерметаллидов при введении его в состав сложнолегированной кремнемарганцевой латуни. Поскольку сплав содержит хром, представляет интерес изучение его влияния на размеры, распределение и морфологию интерметаллидов.

Для изучения влияния хрома на микроструктуру сплава ЛМцАКХН 62-3-2-0,8-0,2-0,4 [10], а также его твердость, были отлиты образцы сплава с хромом и без хрома. Выплавка сплава производилась в индукционной тигельной печи с использованием защитного покрова [11, 12], слитки заливались в чугунный кокиль. Металлографический анализ проводили с помощью оптического микроскопа «Альтами Мет-1М». Твердость определялась при помощи универсального твердомера УТ 5011. Химический состав образцов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых образцов, мас. %

№ образца	Cu	Mn	Al	Si	Ni	Cr	Zn
1	61,32	3,24	2,91	0,72	0,28	—	31,43
2	61,31	3,24	2,90	0,72	0,28	0,18	31,27

На рис. 1 показана микроструктура литых образцов. Видно, что микроструктура образцов № 1 и 2 значительно отличается.

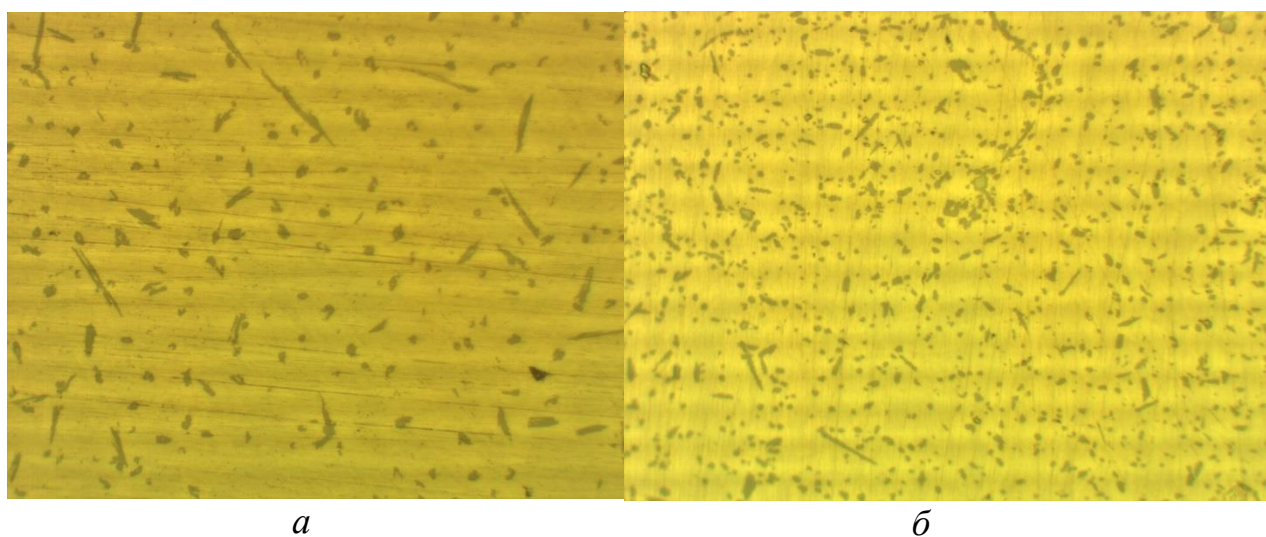


Рис. 1. Микроструктура образца № 1 (а) и № 2 (б)

Для количественной оценки микроструктуры образцов при помощи программного комплекса анализа изображений SIAMS 700 осуществлялось определение объемной доли интерметаллидов в трех зонах слитка: у поверхности, на $\frac{1}{2}$ радиуса и в центре. Результаты металлографического анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2

Объемная доля интерметаллидов в структуре образцов

№ образца	Объемная доля, %		
	Поверхность слитка	$\frac{1}{2}$ радиуса слитка	Центр слитка
1	4,0	4,9	4,3
2	13,3	15,6	11,8

Для установления влияния хрома на механические характеристики была определена твердость образцов в разных зонах слитка. Твердость измерялась в трех областях: у поверхности слитка, на $\frac{1}{2}$ радиуса и в центре (табл. 3).

Таблица 3

Твердость сплава ЛМцАКХН 62-3-2-0,8-0,2-0,4 в различных зонах слитка

№ образца	Твердость HV10/30, МПа		
	Поверхность слитка	$\frac{1}{2}$ радиуса слитка	Центр слитка
1	195,2	205,8	195,6
	192,1	208,7	202,4
	193,8	212,7	197,0
2	216,8	228,0	209,2
	219,5	232,8	213,5
	217,1	227,1	211,8

Таким образом, установлено, что при введении небольшого количества хрома в сплав наблюдается увеличение его твердости. Кроме того, добавка хрома приводит к увеличению объемной доли интерметаллидов (от 4...4,9 % до 11,8...15,6 %), а также их количества, что обеспечивает повышение износостойкости деталей, изготовленных из этого сплава.

Список литературы

1. Курбаткин И. И. Влияние состава на структуру и свойства сложных латуней, применяемых в автомобильной промышленности / И. И. Курбаткин, И. Ф. Пружинин, А. А. Тишков // Цветные металлы. 1994. № 3. С. 44–46.
2. Курбаткин И. И. Влияние химического состава и режимов обработки на механические и эксплуатационные свойства кремнисто-

марганцовистых латуней / И. И. Курбаткин, И. Ф. Пружинин, В. И. Фалкон, В. П. Курбатов // Цветные металлы. 1996. № 9. С. 60–63.

3. Котов Д. А. Изучение влияния кремния на микроструктуру сложнолегированной латуни ЛМцАЖКС 70-7-5-2-2-1 / Д. А. Котов, Р. К. Мысик, С. В. Брусницын, А. А. Еремин, О. С. Кузьмин, А. В. Тропотов // Литейщик России. 2004. № 3. С. 22–25.

4. Брусницын С. В. Модифицирование сложнолегированных латуней / С. В. Брусницын, Р. К. Мысик, Д. А. Котов, А. Г. Титова // Литейщик России. 2005. № 1. С. 17–20.

5. Гершман Г. Б. Применение антифрикционных кремниймарганцовистых латуней взамен бронз / Г. Б. Гершман, В. В. Котов, В. А. Ткаченко и др. // Цветные металлы. 1985. № 11. С. 64–66.

6. Брусницын С. В. Полунепрерывное литье сложнолегированных износостойких латуней / С. В. Брусницын, Р. К. Мысик, А. В. Сулицин. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 287 с.

7. Котов Д. А. Комплексное воздействие на структуру литых заготовок из сложнолегированных латуней : дис. ... канд. техн. наук / Д. А. Котов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. 169 с.

8. Солошенко А. Н. Разработка метода моделирования напряженно-деформированного состояния при обработке давлением структурно-неоднородных материалов : дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Солошенко. Екатеринбург: УГТУ, 2000. 258 с.

9. Lauf P. R., Neumarkt L. H. Патент № 4,676,848 USA. Brass alloy. Germany, 1987.

10. Брусницын С. В. Исследование структуры износостойкой сложнолегированной латуни / С. В. Брусницын, Р. К. Мысик, М. О. Ивкин, А. В. Сулицин // Литейное производство сегодня и завтра : труды Международ. науч.-практ. конф. СПб.: Изд-во «Культ-информ-пресс», 2014. С. 221–228.

11. Брусницын С. В. Влияние покровного материала на процесс затвердевания слитка кремнемарганцевой латуни / С. В. Брусницын, В. Н. Демаков, А. А. Еремин, О. С. Кузьмин // Литейщик России. 2005. № 1. С. 40–42.

12. Брусницын С. В. Особенности использования покровных флюсов при литье сложнолегированных латуней / С. В. Брусницын, А. В. Сулицин, А. Г. Титова // Литейщик России. 2006. № 11. С. 11–14